

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

EXPRESS MAIL NO. EL483170859US

Applicant : Akihiro Ohta, et al.
Application No. : N/A
Filed : April 12, 2001
Title : TARGET DETECTION SYSTEM USING RADAR
AND IMAGE PROCESSING

Grp./Div. : N/A
Examiner : N/A

Docket No. : 42252/DBP/A400



LETTER FORWARDING CERTIFIED
PRIORITY DOCUMENTS

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Post Office Box 7068
Pasadena, CA 91109-7068
April 12, 2001

Commissioner:

Enclosed is a certified copy of Japanese patent Application No. 2000-118549, which was filed on April 14, 2000, and Japanese patent Application No. 2000-152695, which was filed on May 18, 2000, the priority of which is claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,

CHRISTIE, PARKER & HALE, LLP

By D. Bruce Prout
D. Bruce Prout
Reg. No. 20,958
626/795-9900

DBP/aam
Enclosure: Certified copy of patent applications

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1c921 U.S. PTO

09/834403



04/13/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 4月14日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-118549

出 願 人
Applicant(s):

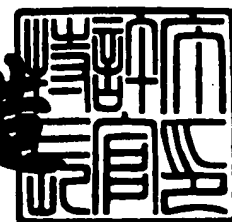
富士通テン株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 2月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3011749

【書類名】 特許願

【整理番号】 1003210

【提出日】 平成12年 4月14日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G01S 13/93

【発明の名称】 物体検出装置

【請求項の数】 12

【発明者】

 【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テ
ン株式会社内

 【氏名】 太田 明宏

【特許出願人】

 【識別番号】 000237592

 【氏名又は名称】 富士通テン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077517

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石田 敬

 【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092624

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100871

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 土屋 繁

【選任した代理人】

 【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814498

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 物体検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ミリ波レーダと、
画像取得手段と、

前記ミリ波レーダから出力されるパワーに基づいて画像認識エリアを特定し、
前記画像取得手段から取得した画像について、前記特定された画像認識エリアに
限定して、物体検出のための画像処理を実行する処理手段と
を具備することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 2】 前記処理手段は、前記パワーが所定レベル以上であるエリア
を画像認識エリアとして抽出し、そのエリア内に限定してエッジ抽出を行う請求
項 1 に記載の物体検出装置。

【請求項 3】 前記処理手段は、前記パワーが所定レベル範囲であるエリア
を画像認識エリアとして抽出し、そのエリア内に限定してエッジ抽出を行う請求
項 1 に記載の物体検出装置。

【請求項 4】 前記処理手段は、前記パワーのレベルが複数のピークにお
ける谷となるエリアを画像認識エリアとして抽出し、そのエリア内に限定してエ
ッジ抽出を行う請求項 1 に記載の物体検出装置。

【請求項 5】 前記処理手段は、前記パワーが所定レベル以上であるエリア
と、前記パワーが所定レベル範囲であるエリアと、前記パワーのレベルが、複数
個のピークにおける谷となるエリアとを画像認識エリアとして抽出し、各エリア
内に限定してエッジ抽出を行う請求項 1 に記載の物体検出装置。

【請求項 6】 ミリ波レーダと、
画像取得手段と、

前記ミリ波レーダから出力されるパワーのピーク位置を抽出し、前記画像取得
手段より取得した画像について、前記ピーク位置を境に左右にそれぞれ濃度変化
を見ていき、濃度変化が左右対称となくなかった位置を特定し、この特定位置
を中心に一定幅のエリアを抽出し、そのエリアに限定してエッジ抽出を行って、
物体検出のための画像処理を実行する処理手段と

を具備することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 7】 ミリ波レーダと、
画像取得手段と、

前記ミリ波レーダから出力されるパワーのピーク位置を抽出し、前記画像取得手段より取得した画像について、前記ピーク位置を境に左右にそれぞれ濃度投影値を見ていき、濃度投影値が左右対称となくなかった位置を特定し、この特定位置を中心に一定幅のエリアを抽出し、そのエリア内に限定してエッジ抽出を行って、物体検出のための画像処理を実行する処理手段と

を具備することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 8】 ミリ波レーダと、
画像取得手段と、

前記画像取得手段から取得した画像からエッジを抽出し、前記ミリ波レーダから出力されるパワーに基づいて画像認識エリアを特定し、前記抽出したエッジの位置が、前記画像認識エリア内に存在するかどうかを判断し、存在したエッジのみを有効なエッジとして、物体検出のための画像処理を実行する処理手段と

を具備することを特徴とする物体検出装置。

【請求項 9】 前記処理手段は、前記パワーが所定レベル以上であるエリアを画像認識エリアとして抽出する請求項 8 に記載の物体検出装置。

【請求項 10】 前記処理手段は、前記パワーが所定レベル範囲であるエリアを画像認識エリアとして抽出する請求項 8 に記載の物体検出装置。

【請求項 11】 前記処理手段は、前記パワーのレベルが複数個のピークにおける谷となるエリアを画像認識エリアとして抽出する請求項 8 に記載の物体検出装置。

【請求項 12】 前記処理手段は、前記パワーが所定レベル以上であるエリアと、前記パワーが所定レベル範囲であるエリアと、前記パワーのレベルが複数個のピークにおける谷となるエリアとを画像認識エリアとして抽出する請求項 8 に記載の物体検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物体検出装置に関する。本発明の物体検出装置は、例えば、自動車に搭載され、先行車両、障害物等を検出することにより、ドライバによる自動車の走行を支援する装置として使用される。

【0002】

【従来の技術】

従来の物体検出装置は、ミリ波レーダでのターゲット検出結果と、画像処理でのターゲット検出結果との双方の結果を用いてデータの信頼性を検討し、最適な結果を導き出すような融合アルゴリズムを構築していた。

図1に、従来の物体検出装置の構成を示す。

【0003】

物体検出装置は、ミリ波レーダ1と、左カメラ2と、右カメラ3と、画像処理用のECU4から構成される。ECU4は、画像処理用マイコン11と融合処理用マイコン12から構成される。

画像処理用マイコン11は、各カメラ2, 3からの画像を画像処理して物体の検出を行う。具体的には、左右カメラ2, 3から取得した画像からエッジを抽出し、その結果得られた左右のエッジ抽出位置から視差を計算して、距離値を算出する。画像処理用マイコン11の処理について図を用いて説明する。

【0004】

図2は画像の1例を示す。当該車両の前方には、先行車両6が1台あり、路面にライン7が描かれ、路肩にガードレール8が存在している。図3は、図2の画像を処理して、縦エッジを計算した結果を示し、図4は、図3の結果を処理して、ピークの強い順にエッジを抽出した結果を示し、短い線分が抽出されたエッジである。画像処理用マイコン11は、左右のカメラ2, 3からそれぞれ図4のエッジを抽出し、視差によりターゲットまでの距離を計算する。

【0005】

ミリ波レーダ1における処理方法は、特定エリア内をミリ波によりスキャンし、出力パワーの強い部分をターゲットとして認識する。図5は、ミリ波レーダ1から出力されたパワー強度と横位置（角度）の関係を示したもので、ターゲット

が存在する部分のパワー強度は高くなり、ターゲットが存在しない部分は低くなる。

【0006】

融合処理用マイコン12は、ミリ波レーダ1の検出結果と、画像処理用マイコン11の検出結果とを相互的に判断してターゲットの有無を判定し先行車両などの物体の存在確認、距離等の計算を行う。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来の物体検出装置では、ミリ波レーダ及び、画像処理の双方の弱点を克服することは難しく、ミリ波レーダ及び画像処理のそれぞれから得られた結果以上の最適な結果を導き出すことができない。また、従来のミリ波レーダ1及び画像処理マイコン11に必要な処理時間に単純に融合処理用マイコン12における融合アルゴリズム分を加える形になるため、処理時間がかかり、最適な形態とは言えなかった。

【0008】

本発明は、ミリ波レーダと画像処理を使用した物体検出装置において、ミリ波レーダと画像処理の欠点を相互に補いながら、処理時間を短縮することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するためになされたものである。本発明の物体検出装置は、ミリ波レーダと、画像取得手段と、ミリ波レーダから出力されるパワーに基づいて画像認識エリアを特定し、画像取得手段から取得した画像について、前記特定された画像認識エリアに限定して、画像処理を実行する処理手段とから構成される。

【0010】

ミリ波レーダは、障害物、車両などの対象物を検知すると、所定のパワーを出力する。このパワーを検出したエリアに限定して画像処理を行うことで、ミリ波レーダと画像処理の双方の弱点を克服した物体検出が可能となる。また、画像処

理の処理時間が短縮される。さらに、画像処理の場合は路面文字などを対象物として誤認識することがあるが、ミリ波レーダではこれを検出しないので、ミリ波レーダが物体を検出したエリアに限定して画像処理を行うことにより、路面文字などの実態のないものを誤検出することが防止できる。

【0011】

本発明の物体検出装置の別の態様は、ミリ波レーダと、画像取得手段と、前記画像取得手段よりの画像からエッジを抽出し、抽出したエッジの位置が、前記ミリ波レーダの検出結果より抽出したパワーに基づいて、所定のエリア内に存在するかどうかを判断し、存在したエッジのみを有効なエッジとする処理手段とから構成される。

【0012】

この構成によれば、画像から抽出したエッジであっても、ミリ波レーダが物体として検知したターゲットでなければ無視をするので、路面文字などを誤検出することを防止でき、ミリ波レーダと画像処理の双方の弱点を克服した物体検出が可能となる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下本発明の物体検出装置を車両の走行支援装置に適用した実施形態について図を用いて説明する。

図6は、走行支援装置の回路構成を示す。

走行支援装置は、ミリ波レーダ1と、左カメラ2と右カメラ3と、画像処理用のECU4から構成される。ECU4は、画像処理用及び融合処理用を兼用したマイコン5から構成される。なお、画像処理において視差による測距を行うために左右2台のカメラ2, 3を設けているが、視差による測距を行わない場合は、カメラは1台のみとすることができる。

【0014】

次に、マイコン5の処理について説明をする。

（実施形態1-1）

図7は、マイコン5の処理を示すフローチャートである。なお、車両の前方の

状況が前述の図 2 に示すとおりであるとする。

図 7 において、ステップ S 1 で、ミリ波レーダ 1 により、特定エリア内をスキャンする。図 8 は、スキャンの結果、ミリ波レーダ 1 から得られた結果を示す。図 8 の横軸は、スキャンしたエリアの横位置（角度）を示し、縦軸は、パワー強度〔dB〕を示す。前方に先行車両 6 があると、図示のように、先行車両 6 に対応する横位置におけるパワー強度は大きいものとなる。

【0015】

ステップ S 2 で、パワーが強い（ P 〔dB〕以上）ものをターゲットとして認識し、そのターゲットが存在する角度範囲（ $X0 \sim X1$ ）を検索エリアとして保存する。ここでターゲットとして検出されるのは、図 2 では先行車両 6 であり、ライン 7 のような路面上に平面的に描かれたものではパワーは検出されない。

【0016】

ステップ S 3 で、左右カメラ 2, 3 から取得した画像について、ステップ S 2 で得た角度範囲（ $X0 \sim X1$ ）内を検索エリアとして限定する。

ステップ S 4 で、限定された検索エリア内で、縦エッジを抽出する。なお、この縦エッジの抽出処理は、当該技術分野において良く知られていることであるので、処理の内容の説明は省略する。

【0017】

ステップ S 5 で、パワーの強いもののみを抽出する。

ここで、前述の図 3 は、カメラ 2, 3 から得た画像全体に渡って縦エッジを抽出した場合の結果を示す図である。これに対し、本例では、画像全体ではなく、検索エリアのみについて縦エッジを抽出し、パワーの強いもののみを抽出する。その結果は図 9 に示すとおりとなり、短い線分が抽出されたエッジである。

【0018】

このように、限定した検索エリア内のみで縦エッジの抽出を行うことにより、画像全体について縦エッジを抽出する場合に比べて、処理時間を短縮することができる。また、図 8 の検索エリアから外れたライン 7 などについては、エッジ抽出が行われないので、路面文字などをターゲットとして誤検出することがない。

ステップ S 6 で、左右画像におけるピークを対応付けし、ステップ S 7 で、対応付けしたピークの視差を計算し、先行車両 6 までの距離を得る。なお、ステップ S 6、S 7 の処理は、当該技術分野において良く知られていることであるので、処理の内容の説明は省略する。

【0019】

以上説明した例によれば、画像処理によりエッジ抽出を行う上で、検索エリアを限定することにより、処理時間の短縮が可能となる。また、路面文字などの障害物はミリ波レーダではパワーに反映されないため、障害物、先行車両などの対象物のみを検知できる。

（実施形態 1 - 2）

図 7 のステップ S 2 における検索エリアの検出は、種々の変形が可能である。

【0020】

図 1 0 は、ステップ S 2 の異なる検索エリアの抽出方法を示す。図 1 1 は、そのエッジ抽出の結果を示す。

図 1 0 において、ミリ波レーダ 1 から得たパワー強度の $P_0 \sim P_1$ [dB] の範囲をパワー強度の所定レベル範囲とし、そのレベル範囲の横位置 $X_0 \sim X_1$ 、 $X_2 \sim X_3$ を検索エリアとして抽出する。図 1 0 のパワー強度の強い部分は、ターゲットを検出しているものであるから、パワー強度が急激に変化する $P_0 \sim P_1$ [dB] の範囲は、ターゲットのエッジ位置となる。したがって、本例によれば、エッジが抽出される可能性が高い位置を更に限定することができるので、図 1 1 に示すように、ターゲットのエッジのみを抽出することができ、処理時間を更に短縮できる。

【0021】

（実施形態 1 - 3）

図 1 2 は、図 7 のステップ S 2 の更に異なる検索エリアの抽出方法を示す。図 1 3 は、本例における前方の状況を示す。

ミリ波レーダ 1 から得たパワー強度の分布は、図 1 2 のように複数の山に分かれる場合がある。これは、図 1 3 に示すように、前方に 2 つの先行車両 6、9 が存在した場合等に見られる。このようにパワーの分布が 2 山に分かれた場合、谷

の部分（パワー強度 $P1$ [dB] 以下の部分）の横位置 $X0 \sim X1$ を検索エリアとして抽出する。

【0022】

（実施形態1-4）

実際に高速道路などを走行した場合、前方に車両が単一で存在する可能性は極めて低く、複数台存在する場合がほとんどである。

したがって、ミリ波レーダからの出力結果としては、様々なパターンが存在し、一意的には決定できない。そこで、図7のステップ $S2$ として、上述の実施形態1-1から1-3で説明した全ての検索エリアの合計を検索エリアとすることで、実際の走行に対応できるようにすることができる。

【0023】

（実施形態2-1）

図14は、マイコン5の第2の処理を示すフローチャートである。

ステップ $S11$ で、ミリ波レーダ1により、特定エリア内をスキャンする。図15は、スキャンの結果、ミリ波レーダ1から得た結果を示す。ここでは、車両の前方の状況が前述の図2に示すとおりであるとする。

【0024】

ステップ $S12$ で、パワーの強いものをターゲットとして認識して、図15のパワー強度のピークに対応して角度 ($X0$) を抽出し保存する。

ステップ $S13$, 14 で、画像の濃度変化から検索エリアを抽出する。図16は、カメラ2, 3から得た画像の濃度変化を示す。この濃度変化は、カメラ2, 3から得た画像について、ある水平方向のライン (X 座標) 上の濃度を示す。

【0025】

ステップ $S13$ で、この濃度変化について、ピークに対応する $X0$ 座標を中心に、左右対称となるエリアを検索し、対称とならなくなった位置 $X1$, $X2$ を保存する。物体が車両などである場合、その画像濃度は中心から左右対称となり、車両より外側になると、路面などが画像として検出されるので、左右対称とはなくなる。したがって、左右対称とならなくなった位置 $X1$, $X2$ の近辺に物体のエリアがある可能性が高い。なお、左右対称を判断する際には、同一物体で

あっても実際には100%対称とはならないので、ある程度の許容範囲を持たせて判断をする。

【0026】

ステップS14で、位置X1, X2を中心として、前後数座標のエリア(X3~X4, X5~X6)を検索エリアとして保存する。このように、位置X1, X2の近辺のエリアを特定することにより、物体のエッジがこの検索エリア内に存在することとなる。

以後のステップ、即ち、この検索エリアを使用するステップS4~7の処理は、前述の図7のフローチャートと同様である。本例においても、画像処理に要する時間を短縮し、路面文字などを物体と誤検出することが防止できる。

【0027】

(実施形態2-2)

上記ステップS13, 14における画像処理による検索エリアの抽出は、画像の濃度変化の代わりに、濃度投影値を用いても抽出することができる。

図17は、画像の濃度投影値を利用した検索エリアの抽出方法を示す。この濃度投影値は、カメラ2, 3から得た画像について、垂直方向(縦位置)に画素濃度を合計して得るものである。本例でも、上述の実施形態2-1と同様にして検索エリアX3~X4, X5~X6を得る。

【0028】

(実施形態3-1)

図18は、図6のマイコン5の第3の処理を示すフローチャートである。

ステップS21で、カメラ2, 3から画像を取得する。

ステップS22で、画像処理により縦エッジを抽出する。この画像処理では、画像の全範囲に渡って縦エッジを抽出するので、得られた結果は、前述の図3に示すようになる。

【0029】

ステップS23で、得られた縦エッジについてパワーの強いものから順にピーク抽出を行う。得られた結果は、前述の図4に示すようになる。そして、各エッジの抽出位置を角度位置 X_n として保存する。

ステップ S 2 4 で、ミリ波レーダ 1 により、特定エリア内をスキャンする。

ステップ S 2 5 で、スキャンの結果得られた結果から角度位置 Y_n を抽出して保存する。この角度位置 Y_n は、前述の実施形態 1 及び実施形態 2 で検索エリアとして抽出したものと同様であり、図 8、図 1 0、図 1 2 に示す方法のいずれか、又は、その組み合わせを使用することができる。

【0 0 3 0】

ステップ S 2 6 で、角度位置 X_n と Y_n の共通部分を抽出する。

ステップ S 2 7 で、抽出した共通の角度位置にあるターゲットについて視差を求め、距離値に換算して物体を検出する。

本例においては、画像処理に要する時間は短縮されないが、路面文字などの障害物に対する誤測距を除去することが可能である。

【0 0 3 1】

【発明の効果】

本発明によれば、ミリ波レーダと画像処理を使用した物体検出装置において、ミリ波レーダと画像処理の欠点を相互に補いながら、処理時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の物体検出装置の構成を示す図。

【図 2】

物体検出装置の前方の状況を示す画像を示す図。

【図 3】

図 1 の装置の画像処理により計算されたエッジを示す図。

【図 4】

図 3 の結果から抽出されたエッジを示す図。

【図 5】

図 1 のミリ波レーダから出力された結果を示す図。

【図 6】

本発明を適用した走行支援装置の構成を示す図。

【図 7】

図 6 のマイコンの処理を示すフローチャート。

【図 8】

図 6 のミリ波レーダにより得られたパワー強度から検索エリアを決定する方法を示す図。

【図 9】

図 7 の処理により抽出されたエッジを示す図。

【図 1 0】

図 6 のミリ波レーダにより得られたパワー強度から検索エリアを決定する第 2 の方法を示す図。

【図 1 1】

図 1 0 に示す方法で抽出されたエッジを示す図。

【図 1 2】

図 6 のミリ波レーダにより得られたパワー強度から検索エリアを決定する第 3 の方法を示す図。

【図 1 3】

前方に先行車両が複数ある状況の画像を示す図。

【図 1 4】

図 6 のマイコンの第 2 の処理を示すフローチャート。

【図 1 5】

図 1 4 の処理におけるパワー強度を示す図。

【図 1 6】

図 1 4 の処理における検索エリアを決定する方法を示す図（その 1）。

【図 1 7】

図 1 2 の処理における検索エリアを決定する方法を示す図（その 2）。

【図 1 8】

図 6 のマイコンの第 3 の処理を示すフローチャート（実施形態 3）。

【符号の説明】

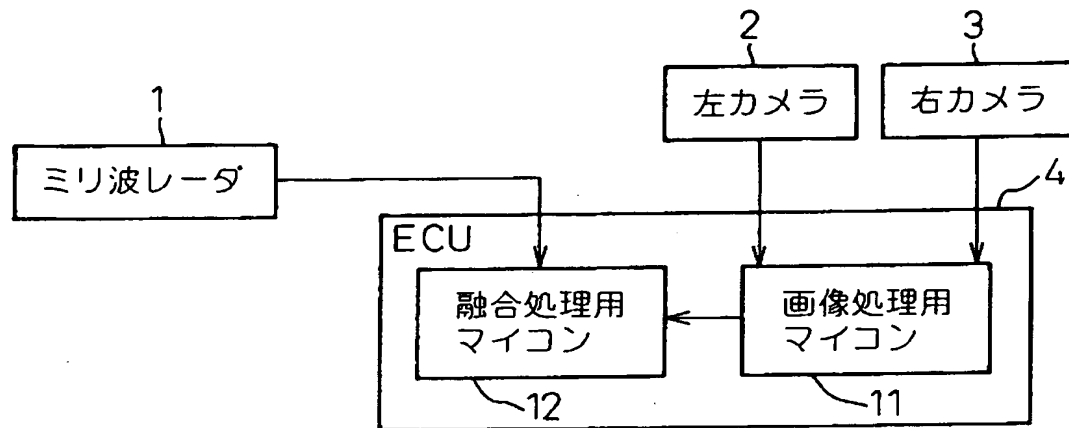
1 … ミリ波レーダ

- 2…左カメラ
- 3…右カメラ
- 4…ECU
- 5…マイコン
- 6…先行車両
- 7…ライン
- 8…ガードレール
- 9…第2の先行車両
- 11…画像処理用マイコン
- 12…融合処理用マイコン

【書類名】 図面

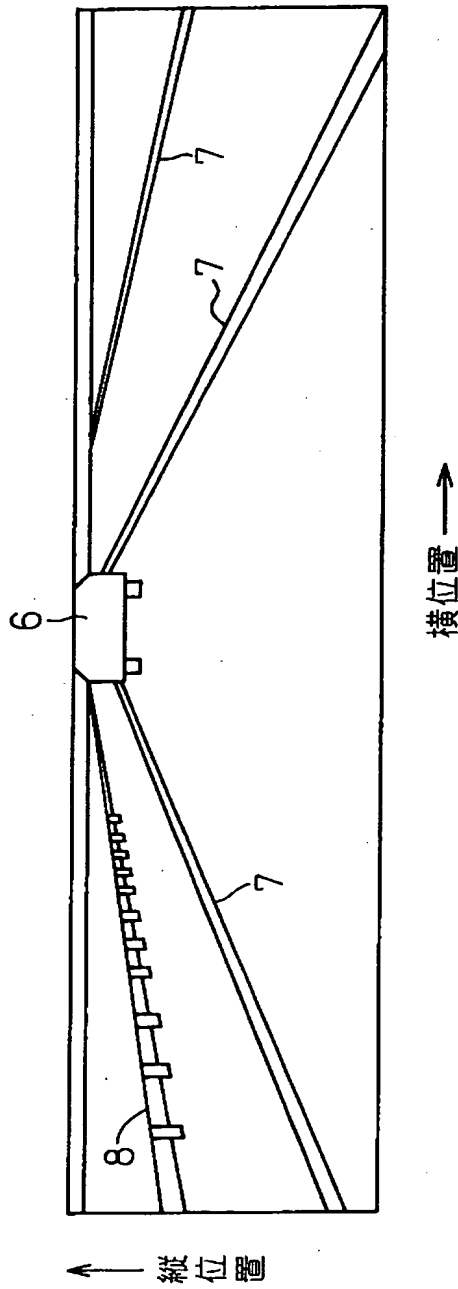
【図 1】

図 1



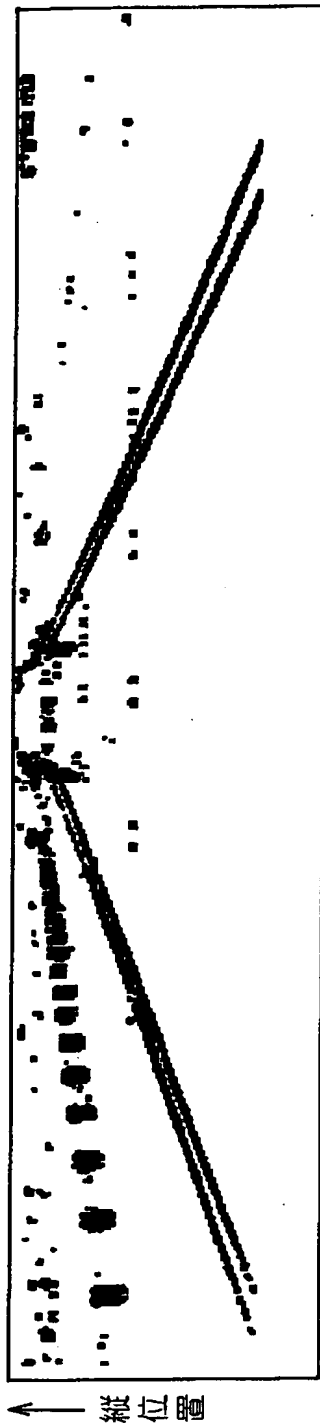
【図 2】

図 2



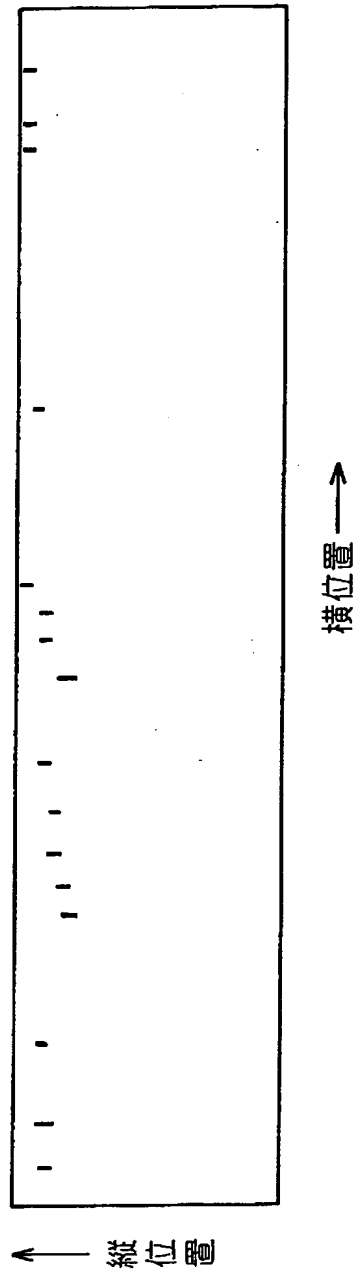
【図 3】

図 3



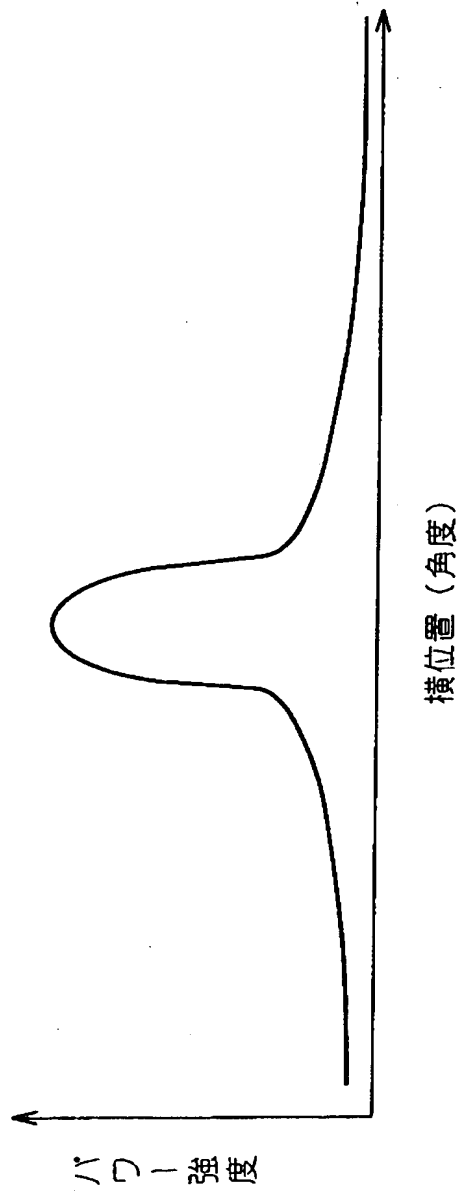
【図 4】

図 4



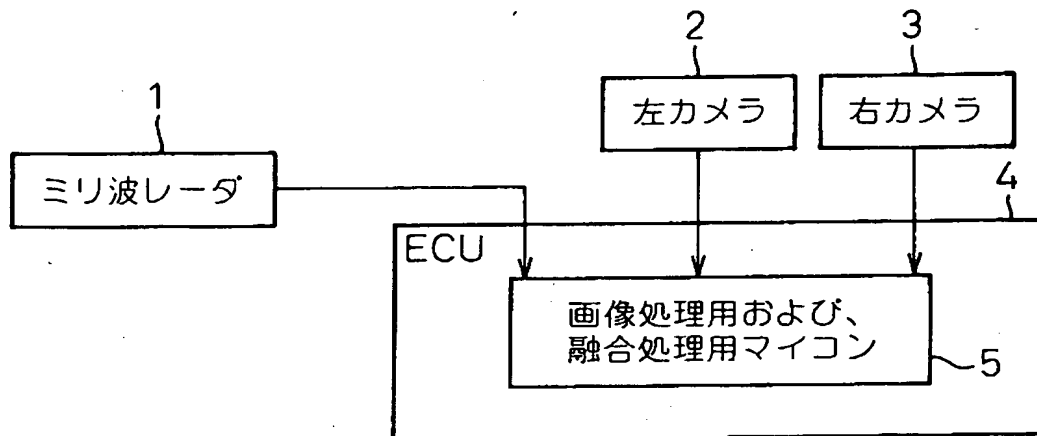
【図 5】

図 5



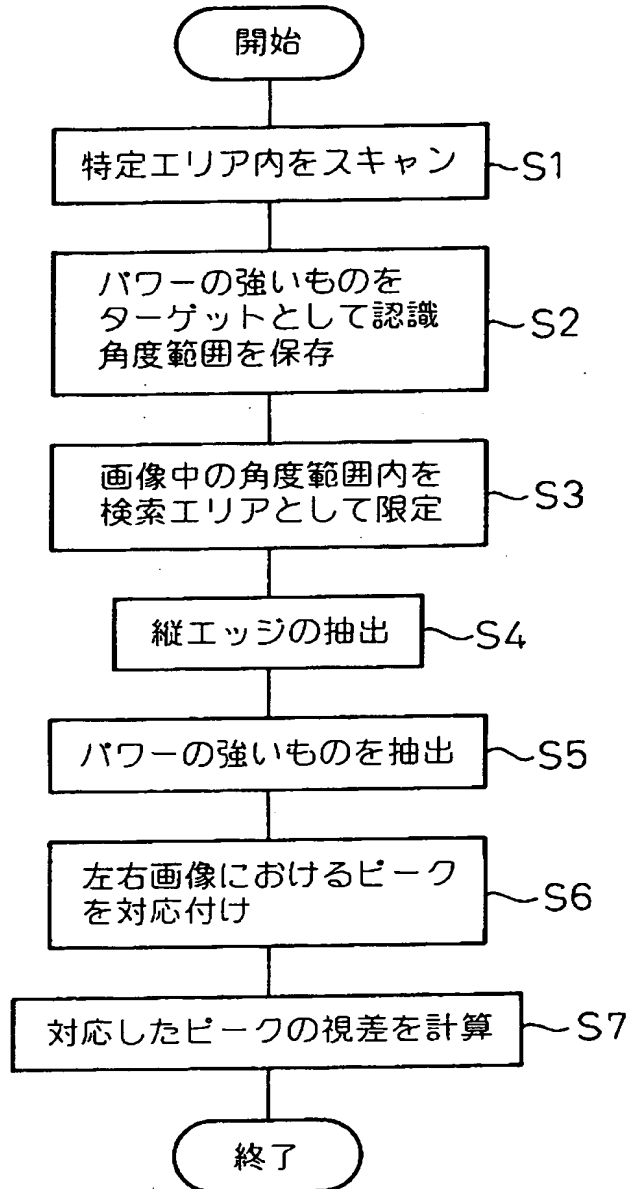
【図 6】

図 6



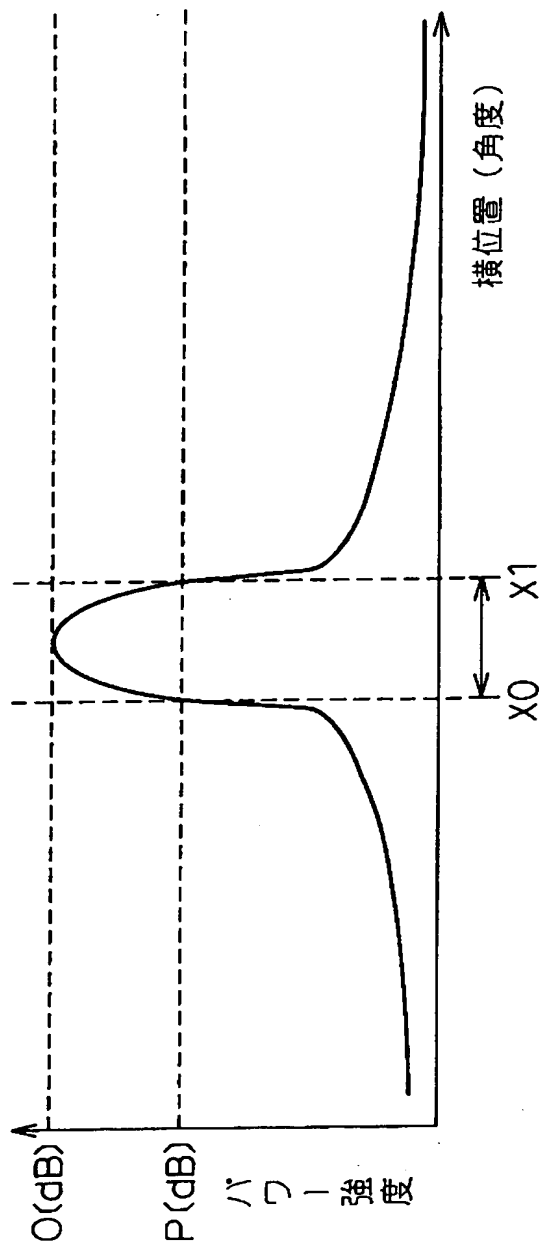
【図 7】

図 7



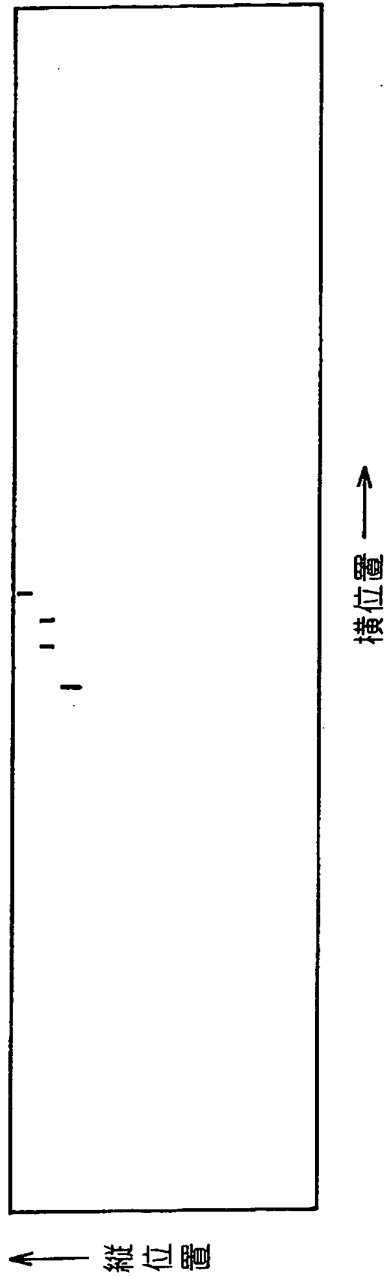
【図 8】

図 8



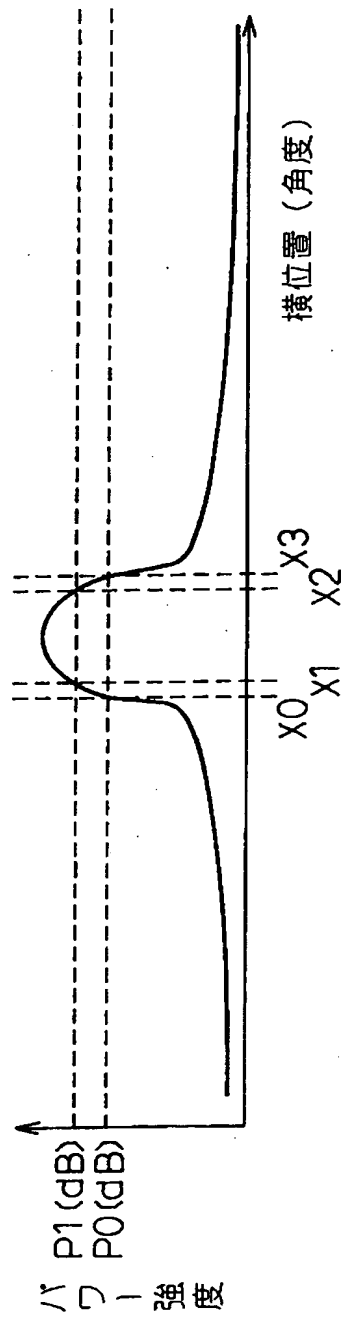
【図 9】

図 9



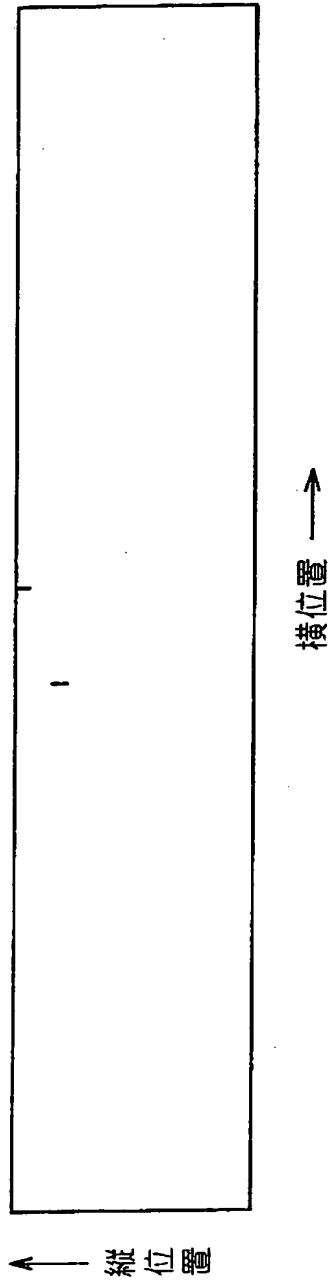
【図 10】

図 10



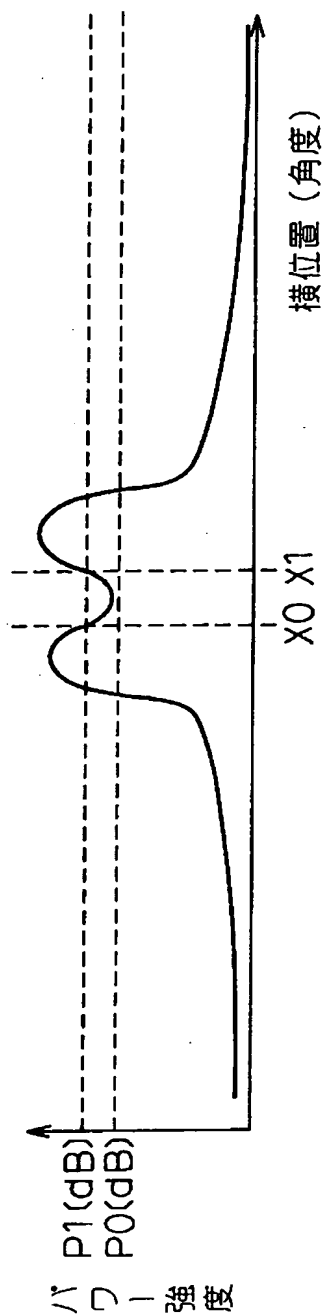
【図 1 1】

図 11



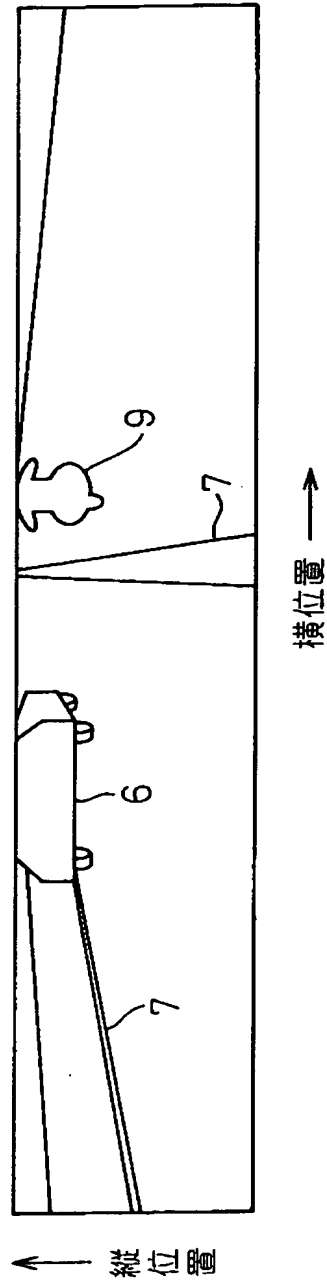
【図 1 2】

図 12



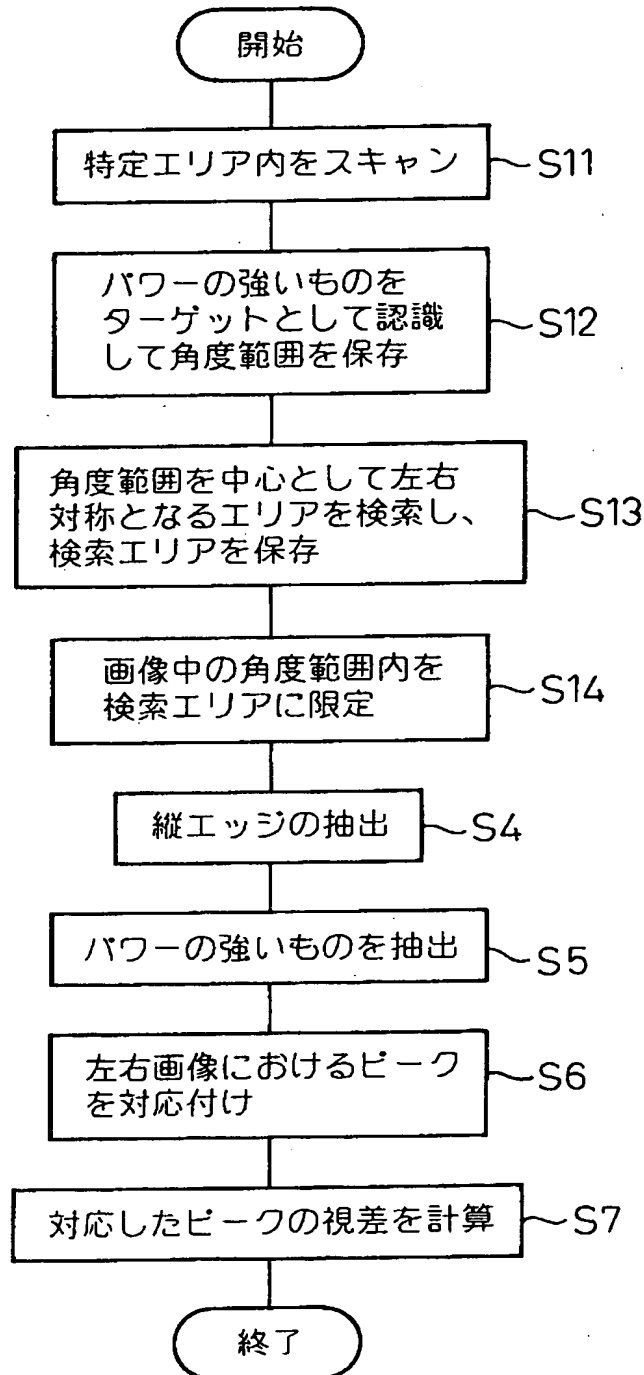
【図 13】

図 13



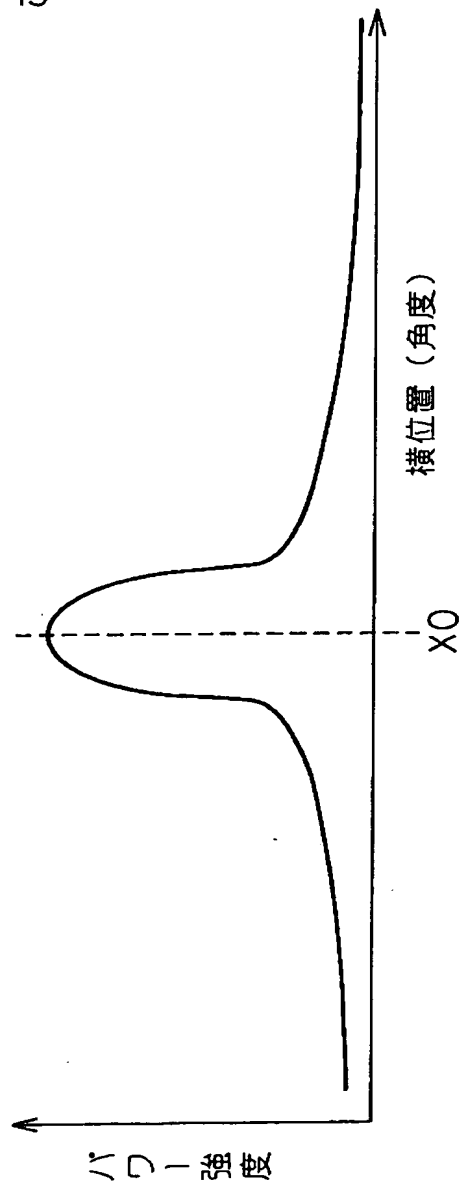
【図 14】

図 14



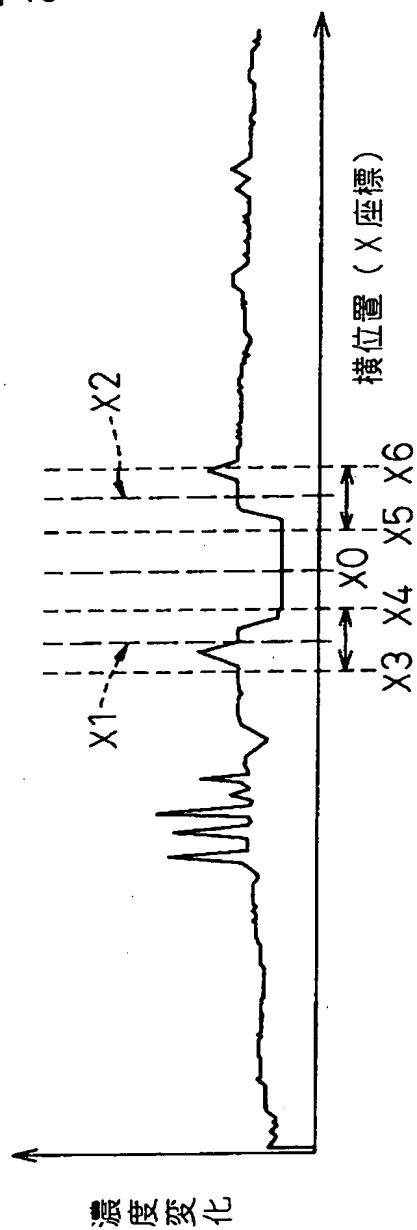
【図 1 5】

図 15



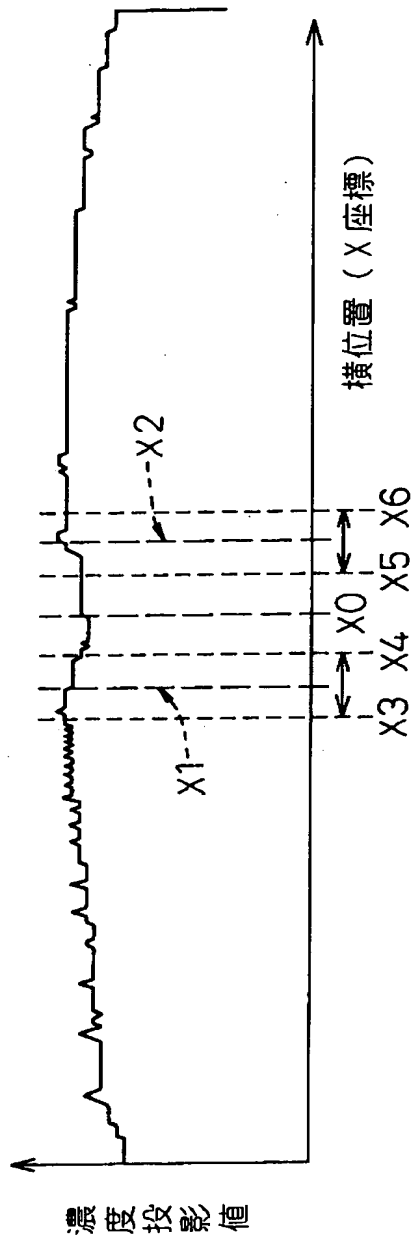
【図 16】

図 16



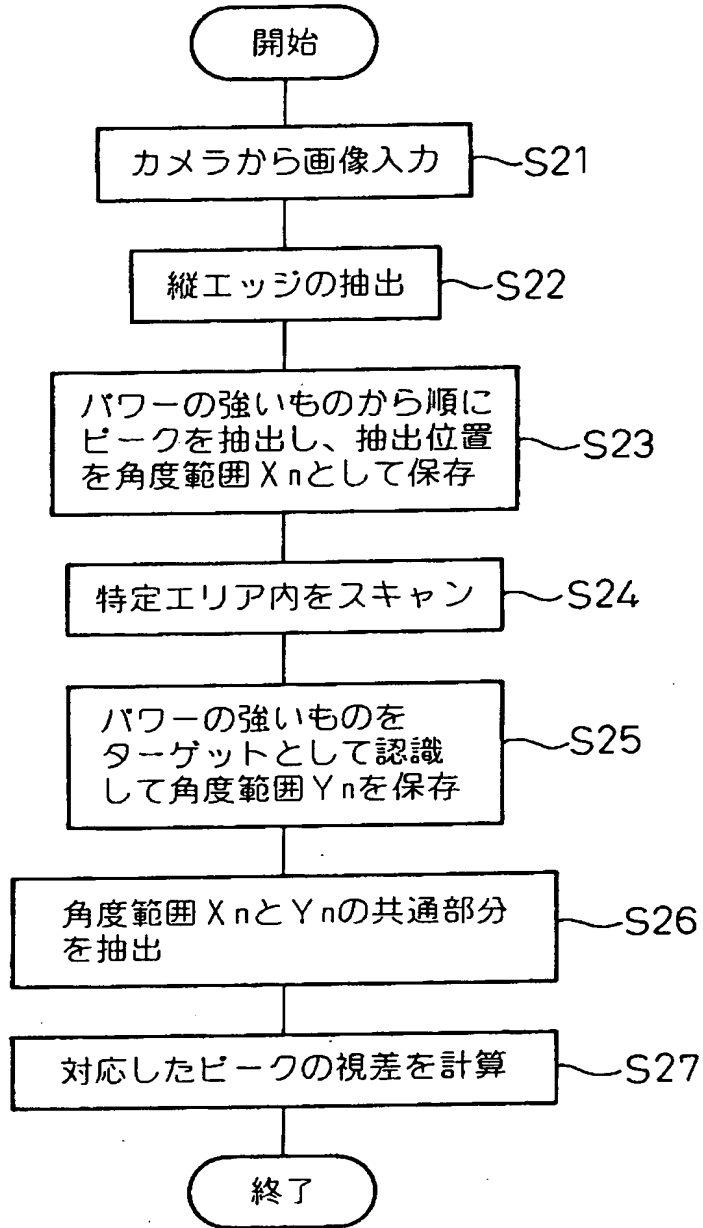
【図 17】

図 17



【図 18】

図 18



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ミリ波レーダと画像処理を使用した物体検出装置において、ミリ波レーダと画像処理の欠点を相互に補いながら、処理時間を短縮する。

【解決手段】 走行支援装置は、ミリ波レーダ 1 と、左カメラ 2 と右カメラ 3 と、画像処理用の ECU 4 から構成される。ECU のマイコン 5 は、ミリ波レーダから出力されるパワーに基づいて画像認識エリアを特定し、画像取得手段から取得した画像について、特定された画像認識エリアに限定して、画像処理を実行する。ミリ波レーダがターゲットを検出したエリアに限定して画像処理を行うことにより、画像処理に要する時間が短縮される。また、路面文字などを誤検知することがなくなる。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000237592]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号
氏 名 富士通テン株式会社